

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ СВАРКИ ВЗРЫВОМ

Ромашова Ю.Н.

Руководитель – Батаев И.А.

Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, julevern@inbox.ru

Одним из перспективных и надежным методов создания слоистых композиционных материалов является сварка взрывом. Металлоемкость, получаемых многослойных металлов уменьшается, при одновременном повышении таких служебных характеристик как надежность и долговечность.

В данной работе проводилось исследование структурных особенностей и механических свойств слоистых композиционных материалов, полученных методом сварки взрывом тонколистовых заготовок из низкоуглеродистой стали.

В качестве материала для исследований использовались пластины толщиной 1 мм, изготовленные из стали 20. Сварка взрывом пакета из 21 пластины осуществлялась в соответствии со схемой, представленной на рис. 1.

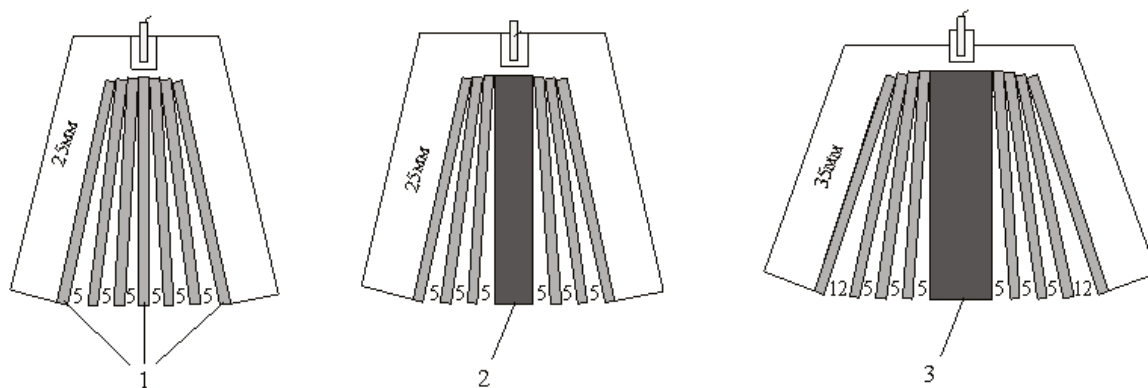


Рисунок 1. Схема сварки взрывом многослойной композиции, проходящей в 3 этапа

Для оценки качества механических свойств в работе проводились испытания на растяжение, на циклическую трещиностойкость, определялась микротвердость отдельных структурных составляющих.

При испытании на растяжение все образцы, полученные сваркой взрывом, показали значение предела прочности выше, чем у исходного образца (рис. 2). Связано это с тем, что процесс сварки взрывом

сопровождается пластической деформацией материала пластин, что приводит к повышению прочностных характеристик. Максимальный предел прочности составляет 607 МПа. Это значение на 79 % выше, чем у исходного образца.

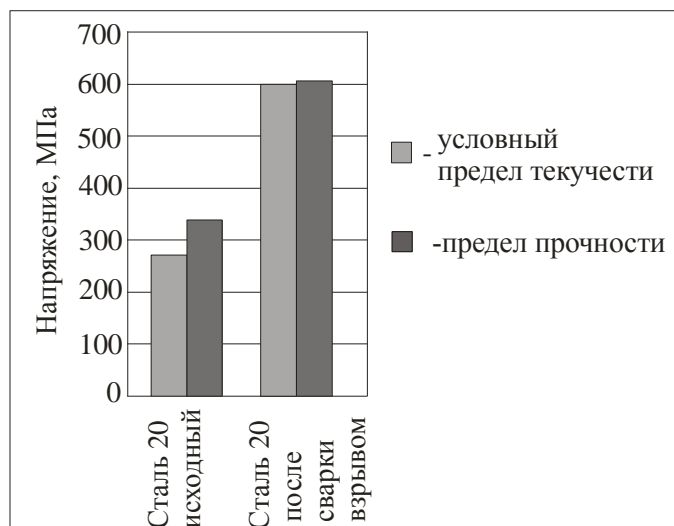


Рисунок 2. Результаты испытаний 21-слойной композиции на растяжение

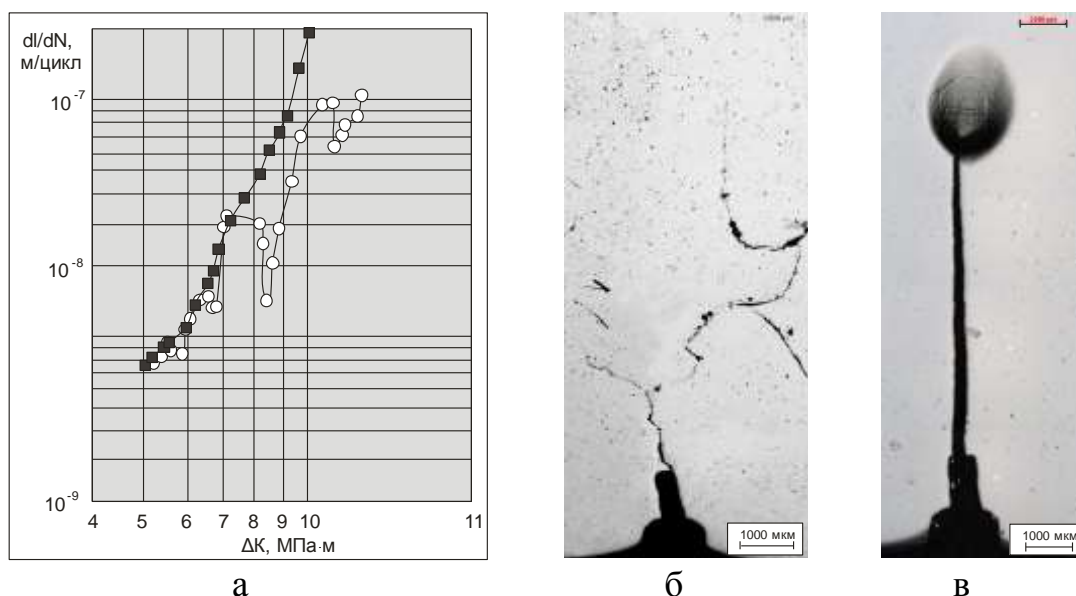


Рисунок 3. Результаты испытаний на циклическую трещиностойкость слоистого композиционного материала и стали 20 в исходном состоянии:
а – кинетические диаграммы усталостного разрушения (белыми кружками обозначена диаграмма для слоистого материала, чёрными квадратами – для стали 20 в исходном состоянии);
б – траектория распространения трещины в слоистом композиционном материале;
в – траектория распространения трещины в образце стали 20 в исходном состоянии

При испытании многослойных материалов, полученных сваркой взрывом, на циклическую трещиностойкость на всех образцах наблюдаются скачки трещины, связанные с резким изменением направления её развития при пересечении межслойной границы (рис. 3). Причем, чем выше значение амплитуды волны, тем больше угол отклонения трещины от направления ее распространения. Анализ кинетических диаграмм усталостного разрушения показал, что на протяжении всего пути скорость распространения трещины изменяется нелинейно.

Методом растровой электронной микроскопии было показано, что разрушение всех образцов, полученных сваркой взрывом, происходит неоднородно (рис. 4). На поверхности излома наблюдаются границы между отдельными слоями. Кроме того, при пересечении усталостной трещиной новой границы происходит её резкий поворот. Изменение направления трещины сопровождается образованием ступеньки на поверхности излома.

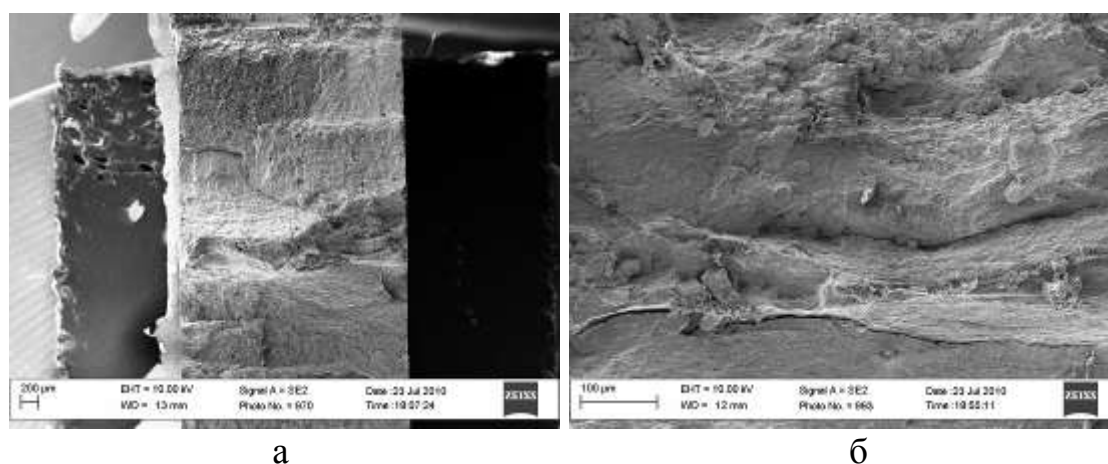


Рисунок 4. Участки неоднородного роста усталостных трещин в многослойных материалах

В качестве объекта исследования для просвечивающей электронной микроскопии использовались фольги, полученные из околошовной зоны слоистого материала, так как именно эта область подвергалась пластической деформации и значительному нагреву в процессе сварки пластин. В результате исследований было показано, что в зонах, прилегающих к сварному шву, формируется ультрамелкозернистая структура со средним размером зерна около 300 нм.

Заключение.

В результате проведенных исследований было установлено, что использование сварки взрывом для получения слоистых композиционных материалов позволяет увеличить предел прочности стали 20 на 79 %, при этом трещиностойкость металла остаётся на уровне не ниже исходного.